

# ТЕХНОЛОГІЇ ТА УСТАТКУВАННЯ



Науковий вісник НЛТУ України  
Scientific Bulletin of UNFU

<https://nv.nltu.edu.ua>

<https://doi.org/10.36930/40290920>

Article received 22.10.2019 p.

Article accepted 26.12.2019 p.

UDK 532.[542.4+559.2]



ISSN 1994-7836 (print)  
ISSN 2519-2477 (online)

@ ✉ Correspondence author

V. V. Ivaniv  
ivaniv91@ukr.net

**В. В. Чернюк<sup>1,2</sup>, В. В. Іванів<sup>1</sup>, М. Б. Ценюх<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

<sup>2</sup> Люблінський Католицький Університет Іоанна Павла II, м. Люблін, Польща

## НЕРІВНОМІРНІСТЬ ПРИТОКУ ВОДИ ДО НАПІРНОГО ТРУБОПРОВОДУ-ЗБИРАЧА ЗАЛЕЖНО ВІД КУТА ПРИЄДНАННЯ ВХІДНИХ СТРУМЕНІВ

Наведено основні галузі застосування напірних трубопроводів-збирачів (ТЗ). Проаналізовано відомі наукові роботи зі зменшення нерівномірності шляхового притоку рідини до напірних ТЗ. У цих роботах регулювання притоку в ТЗ досягалося змінюванням площ поперечного перерізу вхідних отворів та поперечних розмірів ТЗ або відстані між вхідними отворами, або діаметрів ТЗ у напрямку течії води у трубопроводі. Ці методи не завжди доцільно використовувати на практиці. Для регулювання шляхового притоку рідини до напірних ТЗ ми запропонували змінювати значення кута  $\beta$  приєднання вхідних струменів до основного потоку в ТЗ. Особливість запропонованої методики полягає в тому, що не потрібно змінювати геометричні параметри ТЗ. Подано результати експериментальних досліджень впливу кута приєднання вхідних струменів  $\beta$  на нерівномірність шляхового притоку води до напірного ТЗ. Внутрішній діаметр дослідженого у цій роботі ТЗ становив  $D = 33,02$  мм, а вхідних насадок –  $d = 16,01$  мм. Співвідношення площ їхніх поперечних перерізів  $(d/D)^2 = 0,2325$ . Довжина перфорованої частини ТЗ –  $l = 2058$  мм. У стінці ТЗ вмонтовано 11 насадок із відстанню між ними 196 мм. Напір води зовні експериментального трубопроводу змінювався від 306 до 1446 мм. За цих діаметрів  $d$  і  $D$  випробувано п'ять варіантів ТЗ з однаковим значенням кутів  $\beta$  по довжині ТЗ. Для регулювання значення  $\beta$  застосовано циліндричні насадки з бічним ортогональним виходом приєднуваного струменя, які встановлено з можливістю повороту відносно їхньої поздовжньої осі. Кутам  $\beta$  надавали значень:  $0^\circ$ ;  $45^\circ$ ;  $90^\circ$ ;  $135^\circ$ ;  $180^\circ$ .

Результати цієї роботи узгоджені з раніше отриманими нами експериментальними даними. Підтверджено, що підбором різних значень кутів  $\beta$  уздовж ТЗ можна в широких межах регулювати нерівномірність шляхового притоку рідини до них. Наведені результати експериментальних досліджень впливу кута приєднання вхідних струменів отримано вперше, вони мають наукову та практичну цінність під час проектування та будівництва напірних трубопроводів-збирачів.

**Ключові слова:** рух рідини зі змінною витратою; циліндрична насадка з бічним виходом; шляховий притік води; нерівномірність роботи.

**Вступ.** Напірні трубопроводи-збирачі (ТЗ) застосовують у: водопостачанні (водозабірні споруди (інфільтраційні водозабори, променеві водозабори)), водопровідні очисні споруди (швидкі фільтри); водовідведенні (водовідвідні мережі, каналізаційні очисні споруди (біофільтри, піщані фільтри)); вентиляції (витяжні системи); меліорації; водопониженні (будівельні майданчики, забудовані території); теплостачанні (сонячні колектори); енергетиці (паропроводи-збирачі, градирні) й ін. (Yakhno et al., 2016, p. 312-314).

Теоретично й експериментально досліджували різні способи зменшення нерівномірності роботи ТЗ (Voloshchuk, 2001; Claudio, 1961-1962; Kravchuk, 2004). Регулювати нерівномірність шляхового притоку рідини до напірних трубопроводів-збирачів можна змінюван-

ням: площ поперечного перерізу вхідних отворів та ТЗ (рис. 1), (Idelchuk, 1992, p. 341; Zakharchuk, et al., 2006; Shvets et al., 1998); відстані між вхідними отворами (рис. 2), (Cherniuk et al., 2012) й ін., так само як у розподільних трубопроводах (Jafar M. Hassan, 2014).

Зростання поперечного перерізу ТЗ, як і відстані між насадками, призведе до збільшення його розмірів, тобто діаметрів, довжини, оскільки витрата рідини прибуває із наближенням до гирла трубопроводу. Такі способи регулювання досить затратні та не завжди їх можна використати на практиці. Ми запропонували регулювання нерівномірності шляхового притоку рідини до напірного ТЗ змінюванням значення кута  $\beta$  приєднання вхідних струменів до потоку в ТЗ (рис. 4) (Cherniuk et al., 2017).

### Інформація про авторів:

**Чернюк Володимир Васильович**, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри гідравліки та сантехніки.

Email: [v.cherniuk@ukr.net](mailto:v.cherniuk@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0001-7913-579X>

**Іванів Василь Володимирович**, канд. техн. наук, асистент, кафедра гідравліки та сантехніки. Email: [ivaniv91@ukr.net](mailto:ivaniv91@ukr.net);

<https://orcid.org/0000-0003-3988-183X>

**Ценюх Максим Богданович**, студент, кафедра гідравліки та сантехніки. Email: [ivaniv91@ukr.net](mailto:ivaniv91@ukr.net)

**Цитування за ДСТУ:** Чернюк В. В., Іванів В. В., Ценюх М. Б. Нерівномірність притоку води до напірного трубопроводу-збирача залежно від кута приєднання вхідних струменів. Науковий вісник НЛТУ України. 2019, т. 29, № 9. С. 116–120.

**Citation APA:** Cherniuk, V. V., Ivaniv, V. V., & Tsenyuh, M. B. (2019). Dependence of non-uniformity of water inflow into pressure pipeline-collector on the angle of inflowing jets. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(9), 116–120. <https://doi.org/10.36930/40290920>

Об'єкт досліджень – напірні трубопроводи-збирачі.

Предметом дослідження методи і засоби визначення нерівномірності шляхового притоку води до напірних трубопроводів-збирачів.

Мета дослідження – дослідити вплив кута приєднання вхідних струменів на нерівномірність шляхового притоку води до напірних трубопроводів-збирачів.

Завдання дослідження: дослідити нерівномірність шляхового притоку води до напірних трубопроводів-збирачів за різних значень кута приєднання вхідних струменів до основного потоку в трубопроводі за різних значень критерію Рейнольдса; узгодити результати досліджень із раніше отриманими експериментальними даними.

**Методика проведення експериментальних досліджень.** Запроектовано та виготовлено експериментальний стенд, який докладно описано у роботі (Cherniuk et al., 2015). На рис. 3 подано його принципову схему.

Досліджено ТЗ з довжиною перфорованої частини  $l = 2058$  мм та внутрішнім діаметром  $D = 33,02$  мм. У ТЗ вмонтовано 11 вхідних насадок із внутрішнім ді-

аметром  $d = 16,01$  мм. Їх встановлено з можливістю повороту відносно їхньої поздовжньої осі.

Кутам  $\beta$  надавали значень:  $0^\circ$ ;  $45^\circ$ ;  $90^\circ$ ;  $135^\circ$ ;  $180^\circ$  (див. рис. 4). Відношення площ поперечних перерізів насадків до ТЗ становило  $(d/D)^2 = 0,2325$ . Напір води  $H_{out}$  у футлярі (поз. 10, рис. 3; поз. 4, рис. 5), тобто зовні експериментального трубопроводу змінювався від 306 до 1446 мм. Значення температур води  $T$  у ТЗ під час дослідів знаходились в межах  $18,0 \div 26,0$  °С.

**Математичне оброблення експериментальних даних.** Робочий напір на  $i$ -й від початку ТЗ вхідній насадці обчислювали за формулою:

$$Z_i = H_{out} - \frac{p_i}{\rho g} - \frac{\alpha_0 V_i^2}{2g}, \quad (1)$$

де:  $H_{out}$  – фактичний напір зовні ТЗ;  $p_i/\rho g$  – п'єзометричний напір на  $i$ -й насадці;  $\alpha_0 V_i^2/2g$  – швидкісний напір у ТЗ перед  $i$ -ою насадкою.

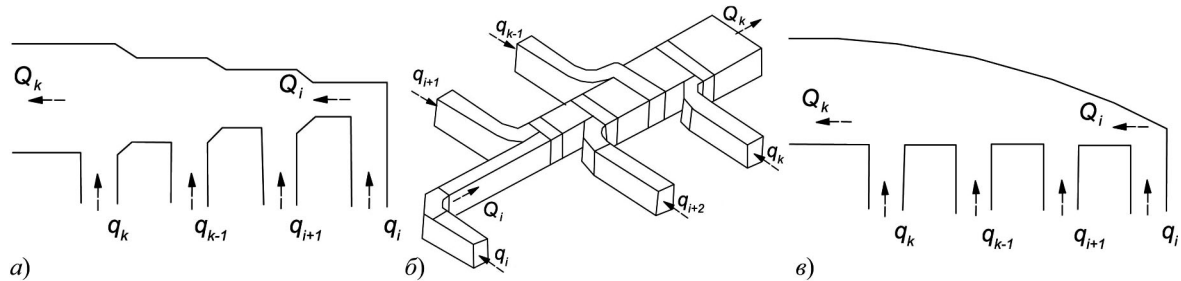


Рис. 1. Трубопроводи перемінного поперечного перерізу: а) ступінчаста зміна поперечного перерізу з різким приєднанням; б) те саме, з плавним приєднанням; Джерело: те саме, з профільованою боковою стінкою

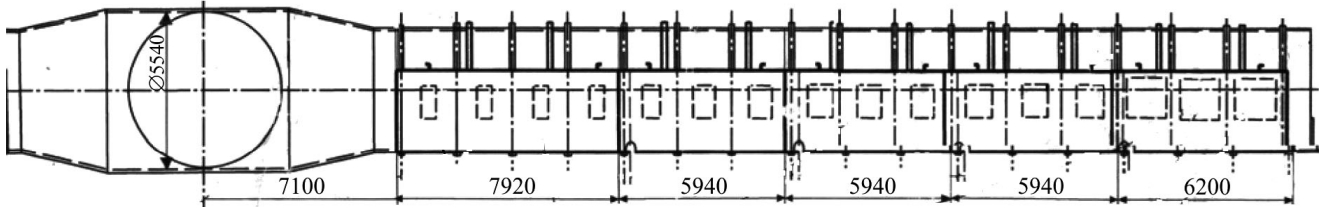


Рис. 2. Схема трубчастого оголовка з бічними водоприймальними вікнами діючої ТЕС України

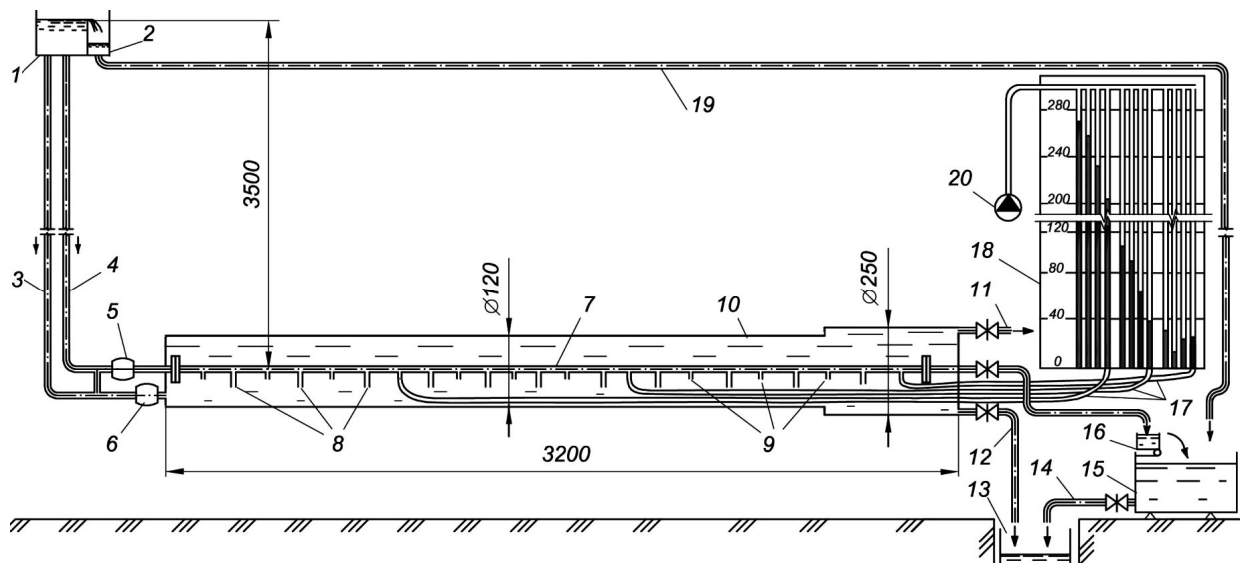


Рис. 3. Принципова схема стенду: 1) напірний бачок з переливною стінкою; 2) скидний бачок; 3, 4) подавальні труби; 5, 6) лічильники; 7) ТЗ; 8) вхідні насадки; 9) штуцери для приєднання імпульсних ліній від п'єзометрів; 10) прозорий футляр; 11) патрубок для випуску повітря; 12) опорожнювальна труба; 13) водозбірний лоток; 14) скидна труба; 15) приймальний бак; 16) мірний бачок; 17) імпульсні лінії; 18) п'єзометричний щит; 19) скидний трубопровід; 20) компресор

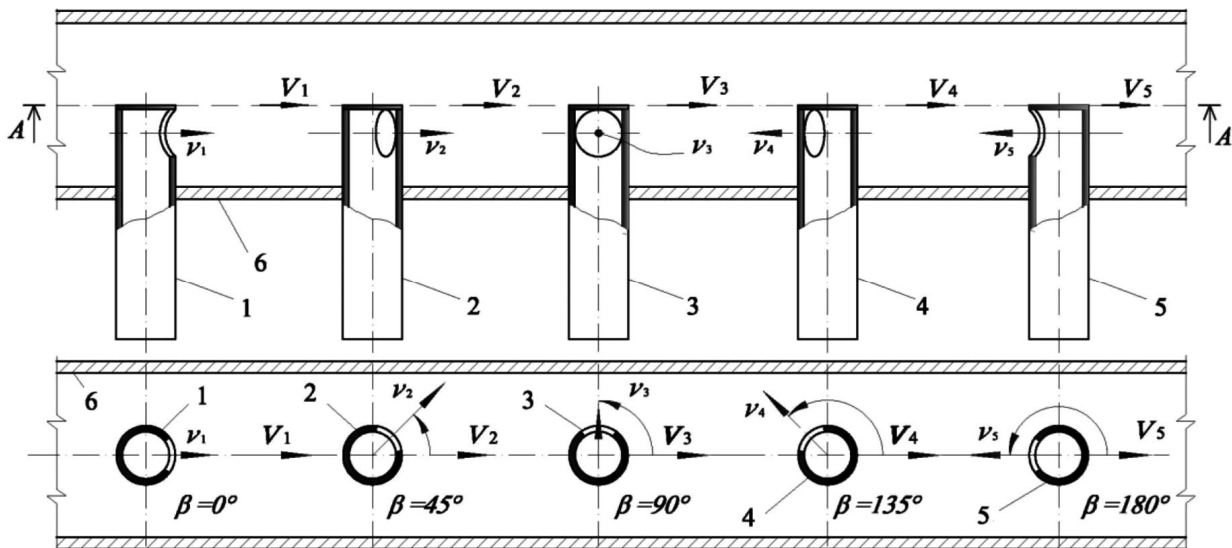


Рис. 4. Схема насадок, встановлення у ТЗ із різними значеннями кута  $\beta$ :  $0^\circ$  – (1);  $45^\circ$  – (2);  $90^\circ$  – (3);  $135^\circ$  – (4);  $180^\circ$  – (5); 6 – стінка ТЗ;  $V_1, \dots, V_5$  – швидкості потоку у ТЗ;  $v_1, \dots, v_5$  – швидкості струменів на виході з насадок при вході в ТЗ

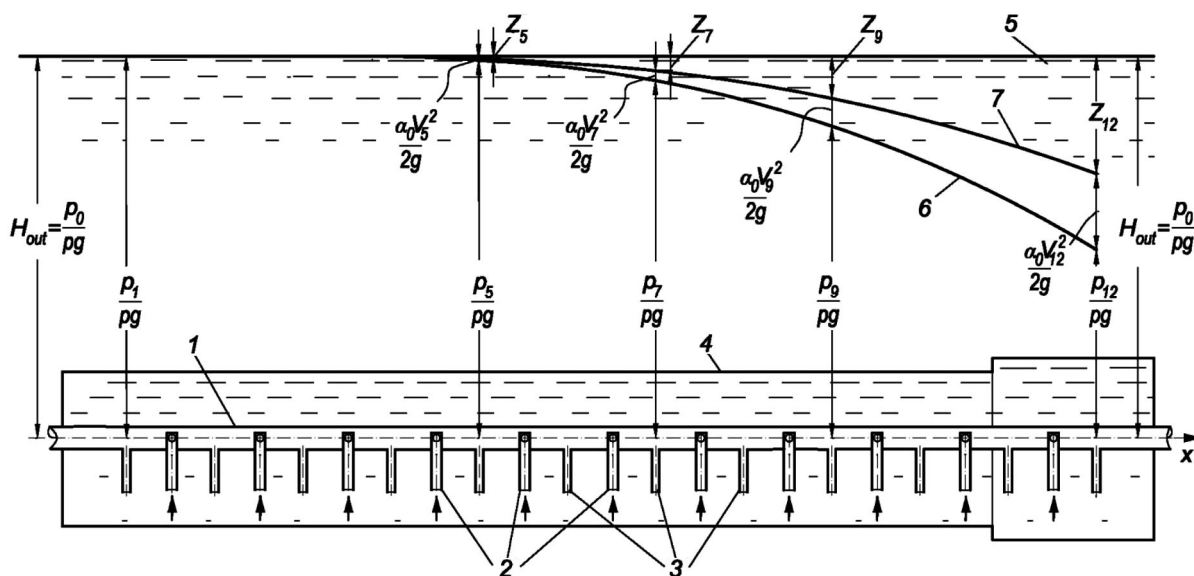


Рис. 5. Схема для розрахунку трубопроводу-збирача: 1) ТЗ; 2) насадки; 3) штуцери для приєднання імпульсних ліній від п'єзометрів; 4) прозорий футляр; 5) рівень води, що відповідає напору в футлярі; 6) п'єзометрична лінія для потоку усередині ТЗ; 7) те саме, лінія повного робочого напору

Притік води всередину ТЗ крізь  $i$ -ту насадку обчислювали теоретично, залежно від робочого напору  $Z_i$  на ній:

$$q_i = \mu_i \omega \sqrt{2gZ_i}, \quad (2)$$

де  $\mu_i$  – коефіцієнт витрати насадки, його значення  $\mu = f(\text{Re}_d)$  встановили експериментально в роботах (Ivaniv et al., 2016; Ivaniv, 2016);  $\omega$  – площа поперечного перерізу насадки;  $g$  – коефіцієнт прискорення вільного падіння;  $Z_i$  – робочий напір  $i$ -ий насадці (див. (1)).

Витрату води в ТЗ у створі  $k$ -ої насадки, розташованої після  $i$ -ої насадки, опираючись на вирази (1) і (2), обчислювали за формулою

$$q_k = \sum_{i=1}^k q_i + \mu_k \omega \cdot \sqrt{2gH_{out} - \frac{2p_k}{\rho} - \alpha_0 \left( \sum_{i=1}^{k-1} \frac{q_i}{\Omega} \right)^2}, \quad (3)$$

де:  $\sum_{i=1}^k q_i$  – витрата води у створі ТЗ перед  $k$ -ою насадкою;  $\mu_k$  – коефіцієнт витрати вхідної насадки з порядковим номером  $k$ ;  $\omega$  – площа поперечного перерізу насадки;  $H_{out}$  – фактичний напір рідини зовні трубопро-

воду-збирача;  $p_k/\rho g$  – п'єзометричний напір на  $k$ -ий насадці (див. рис. 3);  $\alpha_0$  – коефіцієнт Коріоліса,  $\alpha_0 = 1,05$ ;  $\Omega$  – площа поперечного перерізу ТЗ.

Нерівномірність розподілу робочих напорів  $Z_i$  уздовж ТЗ та шляхового притоку води  $Q_i$  до ТЗ (Smyislov, et al., 1980):

$$\eta_z = \frac{Z_m}{Z_{beg}}, \quad \eta_Q = \frac{Q_m}{Q_{beg}}, \quad (4, a, б)$$

де:  $Z_m$  – максимальний або мінімальний напір на насадках, у наших дослідках це напір на останній насадці,  $Z_m = Z_{end} = Z_k = Z_{11}$ ;  $Z_{beg}$  – напір на першій насадці, крізь яку вливалася рідина у ТЗ,  $Z_{beg} = Z_7$ ;  $Q_m$  – максимальний або мінімальний притік крізь одну насадку,  $Q_m = Q_{end} = Q_k = Q_{11}$ ;  $Q_{beg}$  – притік крізь першу насадку, яка пропускала рідину в середину ТЗ,  $Q_{beg} = Q_7$ .

**Результати дослідження.** Конструкція експериментального стенду за наявного напору ззовні ТЗ (до 1,4 м), не забезпечувала достатніх швидкостей основного потоку в ТЗ з  $D = 33,02$  мм ( $(d/D)^2 = 0,2325$ ), за яких

вплив значення кута  $\beta$  приєднання струменів міг би проявитись істотно. Найвище значення середньої швидкості основного потоку в кінці цього ТЗ у створі після одинадцятої насадки становило  $v = 0,44$  м/с. Вказаній швидкості  $v$  потоку, для  $D = 33,02$  мм, відповідало значення  $Re_D = 13370$ . За таких робочих напорів вода крізь перші від початку ТЗ (дві, чи три, ..., чи шість) насадки не поступала в трубопровід.

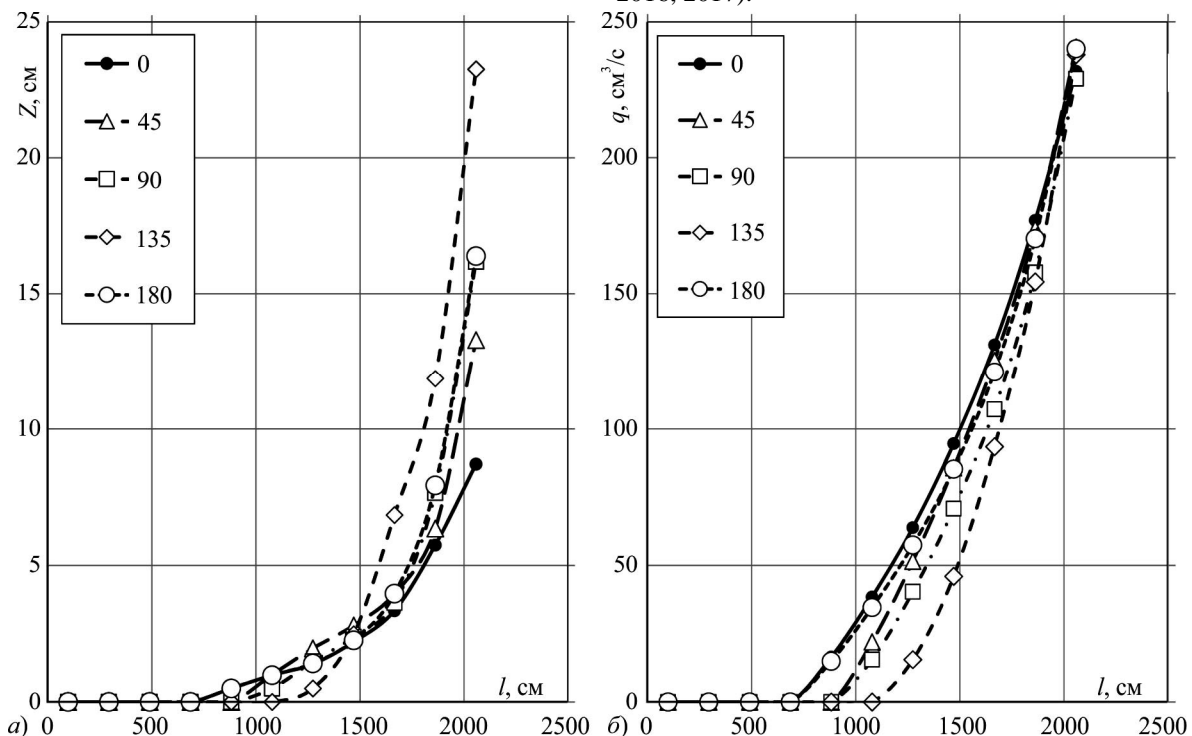
Для коректного порівняння роботи усіх досліджених ТЗ, нерівномірності  $\eta_Z$  та  $\eta_Q$  обчислювали однаково, на ділянках, які включали 7-11 насадок. Наприклад, для кута приєднання струменів  $\beta = 0^\circ$ ; та  $\beta = 180^\circ$  крізь перші чотири насадки вода не надходила в середину ТЗ, а при  $\beta = 135^\circ$ ; – крізь шість насадок.

Нерівномірність розподілу робочих напорів  $Z_i$  уздовж ТЗ та шляхового притоку води  $Q_i$  до нього обчис-

лювали для останніх п'яти насадок (7-11 насадки) за формулами (4) (рис. 6, а, б).

Найменші нерівномірності розподілу повних робочих напорів уздовж напірного ТЗ та нерівномірність шляхового притоку води до нього отримано при  $\beta = 0^\circ$  (див. рис. 6 та таблицю).

Результати проведених досліджень узгоджуються із раніше отриманими експериментальними даними для трубопроводів-збирачів (Cherniuk et al., 2017) та розподільних трубопроводів (Cherniuk et al., 2020). Нерівномірність шляхового притоку або роздачі рідини уздовж трубопроводу можна в широких межах регулювати зміною кута  $\beta$  (Cherniuk et al., 2017). За наявності транзитної витрати води на вході у трубопровід-збирач початкова його ділянка працювала на роздачу води, тобто як розподільний трубопровід (Cherniuk et al., 2016, 2017).



**Рис. 6.** Розподіл робочих напорів у ТЗ (а) та шляхового притоку води до ТЗ (б) залежно від значення кута приєднання струменів  $\beta$  за близьких значень критерію Рейнольдса:  $Re_D = 8226$  для  $0^\circ$ ;  $Re_D = 8543$  для  $45^\circ$ ;  $Re_D = 8127$  для  $90^\circ$ ;  $Re_D = 8441$  для  $135^\circ$ ;  $Re_D = 8519$  для  $180^\circ$

**Таблиця. Нерівномірність роботи трубопроводу-збирача на п'яти останніх насадках за близьких значень критерію Рейнольдса**

Значення кутів	Критерій $Re_D$	Робочий напір, мм		Витрата, $cm^3/s$		Відносна зміна	
		$Z_{end}$	$Z_7$	$Q_{end}$	$Q_7$	напору $\eta_Z = Z_{end} / Z_7$	витрати $\eta_Q = Q_{end} / Q_7$
$0^\circ$	8226	8,71	1,39	231,84	63,86	6,26	3,63
$45^\circ$	8543	13,0	1,96	240,78	51,52	6,77	4,67
$90^\circ$	8127	16,18	1,48	229,06	40,35	10,91	5,68
$135^\circ$	8441	23,26	0,50	237,90	15,46	46,52	15,39
$180^\circ$	8519	16,38	1,41	240,11	57,42	11,60	4,18

Наведені результати експериментальних досліджень впливу значення кута приєднання вхідних струменів  $\beta$  на нерівномірність шляхового притоку води до напірних трубопроводів-збирачів отримано вперше, і вони мають наукову практичну цінність у їх проектуванні та будівництві.

**Висновки.** Досліджено шляховий притік води до трубопроводу-збирача (ТЗ) із внутрішнім діаметром  $D = 33,02$  мм і діаметрами вхідних насадок  $d = 16,01$  мм

при кутах  $\beta$  приєднання струменів:  $0^\circ$ ;  $45^\circ$ ;  $90^\circ$ ;  $135^\circ$ ;  $180^\circ$ . У трубопроводах-збирачах із кутами  $\beta = 0^\circ$ ; та  $\beta = 180^\circ$  крізь перші чотири насадки вода не надходила в ТЗ, а при  $\beta = 135^\circ$ ; – крізь шість перших насадок. Для коректного порівняння, нерівномірності  $\eta_Q$  шляхового притоку води до ТЗ, її обчислювали для останніх п'яти насадок за близьких значень критерію Рейнольдса  $Re_D = 8127 - 8543$ . Найменше значення нерівномірності



$\eta_Q = 3,63$  отримано для ТЗ із кутом приєднання  $\beta = 0^\circ$ , а найбільше  $\eta_Q = 15,39$  – для ТЗ із  $\beta = 135^\circ$ . Отже, змінюванням значення кута  $\beta$  досягли зменшення нерівномірності шляхового притоку води в 4,24 раза.

## References

- Cherniuk, V. V., Riabenko, O. A., & Ivaniv, V. V. (2017). Influence of transit water flow rate on its dispensation and on inflow through nozzles in pressure pipeline under action of external pressure. *Journal of Civil Engineering*, 12(2), 139–146.
- Cherniuk, V., & Ivaniv, V. (2017). Influence of Values of Angle of Jet-joining on Non-uniformity of Water Inflow Along the Path in Pressure Collector-Pipeline. *Environmental Engineering: 10th International Conference*, Vilnius, Lithuania, April 27–28, 7 p. <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.073>
- Cherniuk, V. V., & Ivaniv, V. V. (2015). Stend dlia doslidzhennia prytoku v napirnyi truboprovod-zbyrach, prokladenyi u pototsi ridyny. *Problems with water supply, drainage and hydraulics: scientific and technical collection*, 25, 286–294. Kyiv: Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture. [In Ukrainian].
- Cherniuk, V. V., & Ivaniv, V. V. (2016). Vplyv tranzynnoi vytraty vody na rozdachu ta prytyk kriz nasadky v napirnomu truboprovodi. (Ser. Teoriia i praktyka budivnytstva). *Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic"*, 844, 216–227. Lviv: NU "Lviv Polytechnic". [In Ukrainian].
- Cherniuk, V. V., & Ivaniv, V. V. (Ukraine) (2017). Patent na vynakhid № 115840. MPK G05D 7/00, F17D 1/02, F17D 1/08. Sposib rehuliuвання shliakhovoi vytraty ridyny v truboprovodakh z nasadkami. Natsionalnyi universytet "Lvivska politekhnika". № a 2016 11498. Zaiavleno 14.11.2016. Opublikovano 26.12.2017, Biuletyn № 24. Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti, 5 p.
- Cherniuk, V. V., Bosak, M. P., & Hvozdetzkyi, O. H. (2012). Hidravlichnyi rozrakhunok trubchastkykh vodozabirnykh oholovkiv z bichnymy vodopryimalnymy viknamy. (Ser. Teoriia i praktyka budivnytstva). *Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic"*, 737, 213–225. Lviv: NU LP. [In Ukrainian].
- Cherniuk, V. V., Ivaniv, V. V., Bihun, I. V., & Wojtowicz, J. M. (2020). Coefficient of Flow Rate of Inlet Cylindrical Nozzles with Lateral Orthogonal Inflow. *Proceedings of CEE 2019. Advances in Resource-saving Technologies and Materials in Civil and Environmental Engineering*. Springer. Nature Switzerland AG. P. 50–57. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-27011-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-27011-7_7)
- Claudio, D. (1961–1962). Icondotti emyngenti da un serbatoio. *Atti e men. Accad. patav. sci lettere ed arti*. Vol. 74, Parte 2. [In Italia].
- Idelchik, Y. E., & Shteinberha, M. O. (Ed.). (1992). *Spravochnyk po hydryavlycheskym soprotivleniyam*. Moscow: Mashynostroenye, 672 p. [In Russian].
- Ivaniv, V. V. (2016). Vplyv kuta pryednannia strumeniv na nerivnomirnist prytoku do napirnoho truboprovodu-zbyracha zalezho vid kryteriiu Reinoldsa. *Bulletin of the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*, 63, 286–292. [In Ukrainian].
- Ivaniv, V., & Cherniuk, V. (2016). Influence of Jet-To-Main Stream Turning Angle in Fluid Flow from Cylindrical Nozzle of Collector-Pipeline on Flow Coefficient. *Czasopismo Inżynierii lądowej, środowiska i architektury*. Journal of civil engineering, environment and architecture (p-ISSN 2300-5130), (e-ISSN 2300-8903). JCEEA, tom XXXIII, z. 63 (4/2016), październik-grudzień, S. 229–238.
- Jafar M. Hassan, Thamer A. Mohamed, Wahid S. Mohammed, & Wissam H. Alawee (2014). Modeling the Uniformity of Manifold with Various Configurations. *Journal of Fluids Volume*. Article ID 325259, 8 p. <https://doi.org/10.1155/2014/325259>
- Kravchuk, A. M. (2004). Hidravlika zminnoi masy napirnykh truboprovodiv tekhnichnykh system. *Abstract of doctoral dissertation for technical sciences* (05.23.16 – Hidravlika i inzhenerna hidrolohiia). Kyiv, 35 p. [In Ukrainian].
- Shvets, M. D., Rohalevych, Yu. P., & Kravchuk, R. M. (1998). Patent № 23462 Ukraina, MPK E02B 9/06 Napirnyi kolektor № 96124941. Zaiavleno. 02.06.1998. Opublikovano 31.08.1998. Biuletyn № 4.
- Smyislov, V. V., & Ezerskiy, N. O. (1980). Gidravlicheskiy raschet perforirovannykh tsilindricheskikh truboprovodov s razdachey raskhoda. *Gidravlika i gidrotehnika*, 30, 52–59. [In Russian].
- Voloshchuk, V. A. (2001). Doslidzhennia hidravlichnykh oporiv i hidravlichni rozrakhunki truboprovodiv z dyskretno zminnyymi vytratyami uzдовzh potoku. *Abstract of candidate dissertation for technical sciences* (05.23.16 – Hidravlika i inzhenerna hidrolohiia). Rivne: Rivne State Technical University, 20 p. [In Ukrainian].
- Yakhno, O. M., Cherniuk, V. V., & Hnativ, R. M. (2016). *Napirni potoky zi zminnyimi kharakterystykamy*. Lviv: NU Lvivska politekhnika, 408 p. [In Ukrainian].
- Zakharchuk, R. A., & Rohalevych, Yu. P. (Ukraine) (2006). Patent № 58655 Ukraina, MPK E02B 9/06, F04F5/12. Napirnyi kolektor № 2002010033. Zaiavleno. 17.04.2006. Opublikovano 17.04.2006, Biuletyn №4. [In Ukrainian].

V. V. Cherniuk<sup>1,2</sup>, V. V. Ivaniv<sup>1</sup>, M. B. Tsenyuh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup> Catholics University of Lublin named after John Paul II, Lublin, Poland

## DEPENDENCE OF NON-UNIFORMITY OF WATER INFLOW INTO PRESSURE PIPELINE-COLLECTOR ON THE ANGLE OF INFLOWING JETS

The article describes the main areas of application of pressure pipeline-collectors (PCs). Analysis of the known scientific works in reduction of non-uniformity of fluid inflow into pressure PCs along the path has been carried out. In this article the regulation of the inflow was achieved by means of variation in cross-section area of inflow holes and PCs or the distance between inflow holes or the diameters of the PC in the direction of water flow in the pipeline. In practice, it is not always expedient to use these methods. To regulate the fluid inflows into pressure PCs along the path, we have suggested varying the value of the angle  $\beta$  between the inflow jets and main stream in the PC. The peculiarity of the proposed method is that there is no need to change the geometrical parameters of PC. Some results of experimental investigations of the influence of the angle  $\beta$  of the inflow of jets upon the non-uniformity of water inflow into a pressure pipeline-collector along the path are presented in this work. The inner diameters of the investigated PC was of  $D = 33.02$  mm, that of the input nozzles  $d = 16.01$  mm. The ratio of areas of their cross-sections was of  $(d/D)^2 = 0,2325$ . The length of the perforated part of the PC was of  $l = 2058$  mm. In the wall of the PC, 11 nozzles were installed; the distances between them were equal to 196 mm. The head of water from outside of the experimental pipeline was varied from 306 mm to 1446 mm. For these diameter  $d$  and  $D$ , five PCs with equal values of the angles  $\beta$  along the path have been tested. For regulation of values of  $\beta$ , cylindrical nozzles with lateral orthogonal output of inflowing jet were used, they were installed with the possibility of rotation about longitudinal axis. The angles  $\beta$  were assigned the following values:  $0^\circ$ ;  $45^\circ$ ;  $90^\circ$ ;  $135^\circ$ ;  $180^\circ$ . The results of this work are consistent with previously obtained experimental data. It is confirmed that by means of selection of different values of angles  $\beta$  of inflow along the PCs, it is possible to regulate the non-uniformity of fluid inflow into them along the path in a wide range. The results of our experimental studies of the influence of the angle  $\beta$  of the inflow of jets were obtained for the first time and are of scientific and practical importance in the design and construction of pressure pipelines.

**Keywords:** fluid flow with variable flow rate; cylindrical nozzle with lateral outlet; water inflow along the path; non-uniformity of the works.